SNI 05-2298-1991

Standar Nasional Indonesia

Getaran mekanis mesin rotasi dan mesin bolak-balik, Persyaratan instrumentasi untuk pengukuran tingkat getaran

ICS 17.160

SNI 05-2298-1991

GETARAN MEKANIS MESIN ROTASI DAN MESIN BOLAK BALIK PERSYARATAN INSTRUMENTASI UNTUK PENGUKURAN TINGKAT GETARAN

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, persyaratan umum, persyaratan untuk penerima getaran dan kabel penghubung, persyaratan untuk set indikator dan persyaratan daya dari getaran mekanis rotasi dan mesin bolak balik.

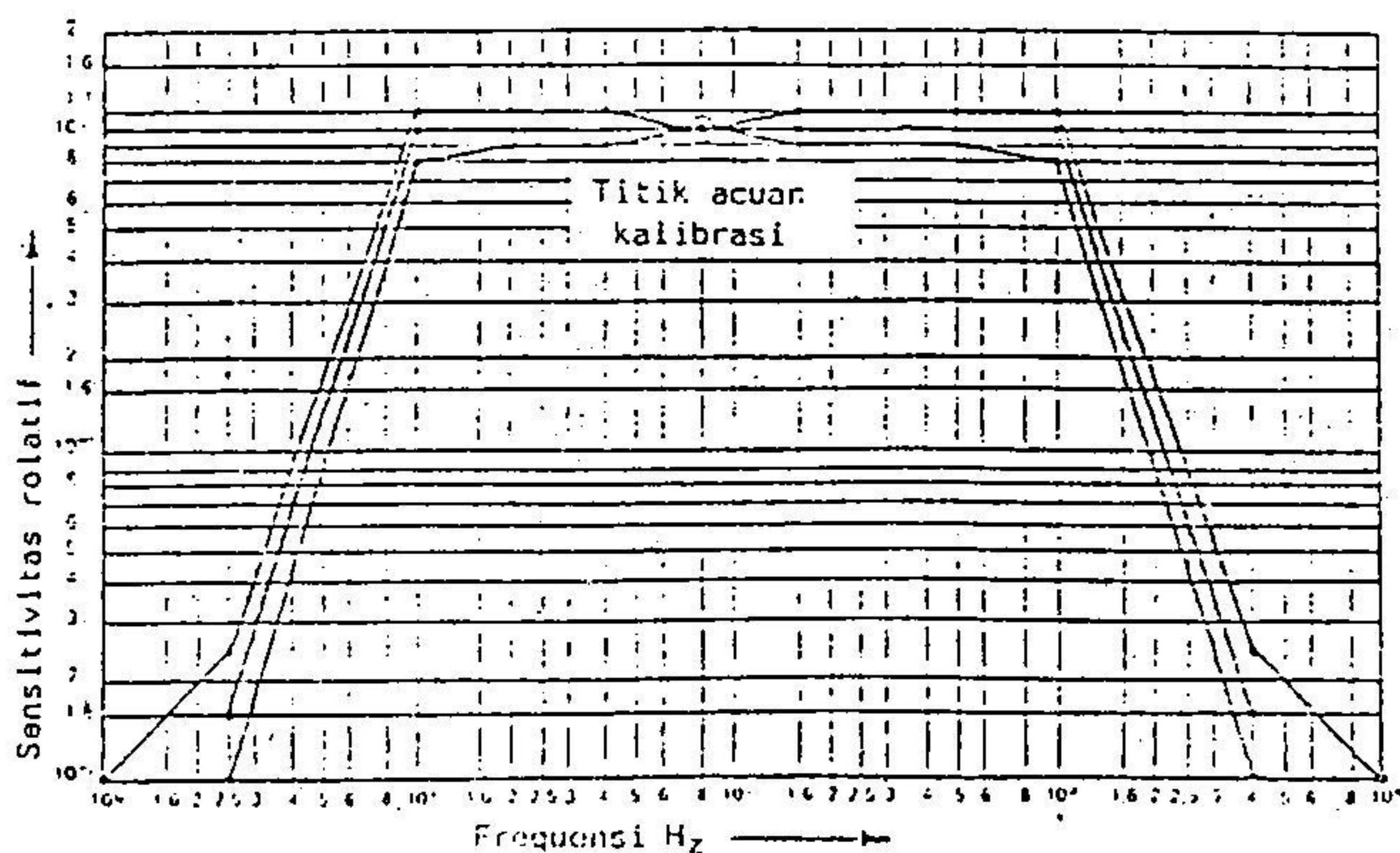
2. DEFINISI

Terminologi yang digunakan dalam standar ini didefinisikan pada :

- (IEC 184), Metoda untuk menentukan karakteristik transducer elektromekanik untuk pengukuran getaran dan kejutan.
- (IEC 222), Metode untuk menentukan karakteristik peralatan penunjang untuk pengukuran getaran dan kejutan.
- (ISO 2041), Getaran dan kejutan-penjelasan peristilahan.
- (ISO 2372), Getaran mekanis mesin yang beroperasi dengan [illegible]patan 10 sampai 200 putaran per detik - dasar untuk menentukan standar evaluasi.
- (ISO 2373), getaran mekanis mesin listrik rotasi tertentu dengan ketinggian poros antara 80 sampai 400 - pengukuran dan evaluasi tingkat getaran

Tabel 1

Sensitivitas relatif terhadap sensitivitas acuan pada 80Hz dan batasan penyimpangan yang diijinkan untuk frekwensi antara 1 - 10.000 Hz

Frekuensi (Hz)	Sensitivitas Relatif		
	Nilai Nominal	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
1	-	-	0,01
2,5	0,016	0,01	0,025
10	1,0	0,8	1,1
20	1,0	0,9	1,1
40	1,0	0,9	1,1
80	1,0	1,0	1,0
160	1,0	0,9	1,1
500	1,0	0,9	1,1
1.000	1,0	0,8	1,1
4.000	0,016	0,01	0,025
10.000	-	-	0,01

Gambar 1 - Harga nominal sensitivitas relatif dan batas penyimpangan yang diijinkan

3. PERSYARATAN UMUM

Instrumen pengukur getaran umumnya terdiri atas penerima getaran, satu set indikator yang mempunyai penguat, jala-jala penyaring koreksi untuk respons frekwensi instrumen perekam atau indikator dan sistem pencatu daya.

Persyaratan yang dijelaskan pada subbab ini berlakku terhadap karakteristik umum dari susunan lengkap penangkap getaran dan set indikator V_{rms} sebenarnya. Butir 4 dan 5 berisi persyaratan terinci dari masing-masing unit.

3.1. Batasan frekuensi instrumen pengukur tingkat getaran berkisar antara 10 sampai 1.000 Hz.

Catatan - Hal ini berarti bahwa batasan frekuensi berkaitan dengan interval frekwensi yang diterapkan pada skala evaluasi dalam ISO 2372.

3.2. Sensitivitas pada batasan frekwensi tidak menyimpang dari sensitivitas referensi pada 80 Hz dengan melebihi harga-harga yang dicantumkan pada tabel.

Untuk meminimumkan kesalahan pengukuran karena interferensi oleh getaran dengan frekuensi di luar daerah frekuensi pengukuran, sensitivitas akan menurun cepat dengan pola yang tetap dan jelas pada batas daerah frekuensi. Baik harga nominal yang diperlukan untuk sensitivitas maupun harga maksimum dan minimum yang diijinkan diberikan pada Tabel I.

Untuk menghilangkan keraguan mengenai masalah sensitivitas antara frekuensi batas seperti ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 1 menunjukkan keterkaitan nilai nominal sensitivitas relatif dan batas penyimpangan yang diijinkan untuk seluruh batasan frekuensi antara 1 sampai 10.000 Hz.

Catatan - dalam beberapa kasus perlu diberikan batas tambahan terhadap batasan frekuensi pengukuran pada batas atas atau bawahnya untuk menghindarkan interferensi dari getaran yang tidak sesuai dengan pengkajian karakteristik suatu mesin. Untuk maksud tersebut instrumen da[illegible] dilengkapi dengan penyaringan high-pass atau low-pass. Derekomendasikan bahwa frekuensi batas dan kecuraman ujung (edge steepness) pada penyaring tersebut sesuai dengan standar yang berlaku.

Apabila daerah frekwensi pengukuran dipersempit dengan penyaring tambahan, maka hasil pengukuran tersebut tidak berlaku untuk pengkajian tingkat getaran sesuai dengan (ISO 2372). untuk mencegah kesalahan, perlu dicantumkan frekuensi batas untuk batasan frekuensi pengukuran dan nilai hasil pengukuran sebagai contoh V_{rms} (40Hz ke 100 Hz) = 7,5 mm/s.

3.3. Pemilihan batasan pengukuran perlu sedemikian rupa sehingga indikasi tingkat terendah getaran yang akan diukur minimum sama dengan 30 % dari harga skala penuh Batasan tingkat getaran minimum dan maksimum (sebagai contoh sesuai dengan tabel 1 dari ISO 2372) perlu dinyatakan. sebagai contoh "Instrumen pengukur untuk batasan [illegible] getaran antara 0 [illegible] sampai [illegible] mm

3.4. Kesalahan instrumen pengukur tingkat getaran dibentuk oleh penyimpangan yang diijinkan untuk respons frekuensi sesuai dengan butir 3.2 dan kesalahan sensitivitas dalam harga mutlak pada frekuensi referensi 80 Hz (yaitu kesalahan kalibrasi). Pengukuran kesalahan dapat mencapai maksimum 10% nilai yang ditujukan, termasuk kesalah kalibrasi, pada 80% dari nilai skala penuh.

Batas-batas kesalahan tersebut berlaku untuk seluruh batasan temperatur operasi yang diperkenankan untuk penerima getaran dan set indikator (sesuai butir 4.8 dan 5.4), untuk seluruh tipe sambungan terhadap penerima getaran (sesuai butir 4), untuk seluruh panjang kabel penghubung antara penerima getaran dengan indikator yang disediakan oleh pembuat (sesuai butir 4.14) dan sekitar 10% fluktuasi dalam tegangan yang dicatu.

Catatan - hanya salah satu dari parameter di atas yang diperiksa pada satu saat.

3.5. Untuk kalibrasi, penerima getaran perlu digetarkan dengan satu getaran sinusoidal dengan arah getaran yang menyimpang tidak lebih dari 5^{o} dari sumbu sensitif penerima getaran. Distorsi harmonik total dari kecepatan getar pembangkit tidak melebihi 5%. Kecepatan getar pembangkit perlu diketahui dengan tingkat ketidak pastian lebih kecil daripada 3% dalam seluruh batasan frekuensi pengukuran.

Direkomendasikan bahwa harga referensi untuk sensitivitas pada 80 Hz diatur untuk V_{rms} = 10 mm/s pada temperatur kamar 20 ± 2^{o}C.

4. PERSYARATAN UNTUK PENERIMA GERATAN DAN KABEL PENGHUBUNG.

4.1. Penerima getaran mempunyai tipe seismik, yaitu yang mengukur getaran dengan membandingkannya terhadap sistem referensi statik yang ditentukan oleh modus operasi penerima getaran.

4.2. Jika akan digunakan suatu penerima getaran yang dirancang untuk disambungkan dengan obyek pengukuran, perlu dipegang oleh penyambung mekanis kaku, sebagai contoh perekatan (cementing), penjepit atau pembautan atau dengan menggunakan probe tip. Resonansi mekanik pada sambungan mekanis kaku atau pada probe tip tidak boleh terjadi dalam batas frekuensi operasi penerima getaran.

4.3. Untuk seluruh jenis sambungan, rasio sensitivitas melintang akan lebih kecil daripada 0,1 untuk seluruh batasan frekuensi pengukuran.
Tingkat maksimum kecepatan getaran untuk penerima getaran dari respons linear adalah minimum tiga kali kecepatan getar pada defleksi skala penuh dalam arah sensitif.

4.4. Untuk menunjukkan pengaruh penerima getaran terhadap obyek pengukuran, massa efektif penerima getaran perlu diindikasi dalam cara yang mudah pada instrumen pengukur getaran. Untuk memenuhi aplikasi yang luas, massa tersebut dibuat seminimum mungkin.
Catatan - suatu indikasi apakah massa penerima getaran terlalu besar dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut
Masa getar pendamping pada penerima getaran diperbesar dua kali dengan suatu tambahan massa;

jika indikasi baru menunjukkan suatu penyimpangan dari pembacaan awal lebih besar dari 12%, maka massa penerima getaran terlalu besar dibangingkan dengan obyek pengukuran dan hasilnya harus ditolak.

4.5. Batasan amplitudo dan frekuensi penangkap getaran harus cukup luas untuk terlampauinya kesalahan pengukuran yang diijinkan, seperti dinyatakan dalam butir 3.4.

4.6. Penerima getaran harus tahan, tanpa mengubah karakteristiknya, terhadap getaran dalam segala arah sebesar minimum tiga kali input getaran maksimum yang ditetapkan.

4.7. Kwantitas input ekivalen dari interferensi diri (self interfern) oleh dengung dan suara dan kwantitas input ekivalen dari interferensi ekstra untuk lokasi interferensi dan eksitasi dengan besaran seperti diberikan di bawah ini tidak mempengaruhi pengukuran lebih dari 10%. Bilamana nilai tersebut bergantung pada orientasi instrumen di lapangan, maka nilai yang paling tidak menguntungkan yang digunakan.
Pembuat perlu menyatakan hasil pengujian yang dilakukan dengan kondisi gangguan sebagai berikut :

4.7.1. Penerima getaran dibebani dengan medan magnit homogen sebesar 100 A/m dab 50 atau 60 Hz dan intensitas lokasi perlu diukur sebelum penerima getaran dipasang.

4.7.2. Penerima getaran dibebani oleh lokasi suara pesawat homogen dengan tingkat tekanan suara rms sebesar 100 dB re. atau ekivalen 2 x 10^{-5} Pa

pada [illegible] [illegible] dihasilkan oleh pembangkit suara acak atau pembangkit nada berlagu dengan daerah 32 Hz sampai 2kHz.

4.7.3. Jika penerima getaran mempunyai sambungan konduktor elektrik terhadap obyek pengukuran dan indikatornya adalah garis, suatu arus bumi sebesar 100 mA rms pada frekuensi catu harus diberikan ke konektor bumi dari penerima tersebut dan dikeluarkan pada terminal bumi dari set indikator.

4.8. Batasan temperatur operasi dari penerima getaran dan kabel penghubung dimana kesalahan pengukuran tidak akan melebihi harga yang ditentukan dalam butir 3.4. akan dinyatakan.

4.9. Batasan temperatur yang diijinkan dimana penerima getaran dan kabel pengbubung dapat dibebani tanpa menalami kerusakan perlu dinyatakan.

4.10. Getaran non-operasi maksimum dan batas kejutan pada setiap sumbu penangkap dimana penerima dapat dibebani tanpa mengalami kerusakan perlu dinyatakan.

4.11. Kelembaban maksimum di mana penerima getaran dan kabel penghubung (termasuk kabel tambahan dapat ditampilkan dan dioperasikan sesuai dengan spesifikasi perlu dinyatakan.
Jika penerima tersebut akan digunakan pada lingkungan berbahaya lain seperti halnya atmosfir y[illegible] [illegible] maka daya tahan kemampuan penerima getar[illegible] terhadap lingkungan tersebut perlu dinyatakan. Jika penerima tersebut akan [illegible] [illegible] [illegible] yang eksplosif, keamanan intrinsiknya perlu dinyatakan.

4.12. Jika mungkin, keluaran dari penangkap getaran akibat sensitivitas tegangan dasar pada permukaan penumpunya perlu diindikasikan.

4.13. Jika tersedia, informasi mengenai waktu yang diperkirakan antar kerusakan, umur yang diharapkan dan waktu yang direkomendasikan antar rekalibrasi penerima getaran perlu diberikan.

4.14. Jika terdapat satu kabel penghubung antara penangkap getaran dan set indikator, maka panjang kabel tersebut minimum 1 m. Pembuat akan menyatakan kabel tambahan yang dapat digunakan tanpa melampui toleransi dalam butir 4.7.

5. PESYARATAN UNTUK SET INDIKATOR.

5.1. Instrumen indikator dapat berupa tipe dengan jarum penunjuk, rekaman grafik atau indikator digital.

5.1.1. Instrumen perlu menunjukkan kecepatan getar rms yang sebenarnya.

5.1.2. Kesalahan kalibrasi instrumen tidak melebihi 2,5% dari nilai skala penuh.

5.1.3 Indikator pada instrumen harus dapat dibaca dengan mudah sampai 1/5 dari nilai skala penuh. Untuk mengidentifikasi kwantitas yang diukur dan satuannya "v rms dalam mm/s" perlu dicantumkan pada instrumen.

5.2. Apabila sinyal sinusoidal dengan frekuensi dalam batasan frekwensi pengukuran dan amplitudo yang memberikan harga nominal steady-state sebesar 70% dari nilai skala penuh dimasukkan tiba-tiba sebagai input terhadap set indikator pada tegangan ekivalen lonjakan (overshoot) awal tidak melebihi 10% dari pembacaan akhir lonjakan (overshoot) tidak boleh terjadi pada saat perbedaan antar harga puncak osilasi jarum penunjuk, dibandingka terhdap posisi akhir jarum penunjuk, maksimum 1,5% dari harga skala penuh.

5.3. Untuk keperluan pemeriksaan penguatan, digunakan alat yang dapat mengatur penguatan total dari indikator pada suatu frekuensi spesifik (misalnya 50Hz) dengan ketidak pastian lebih kecil dari pada 2%.

5.4. Daerah temperatur operasi dan daerah temperatur non operasi dari indikator tersebut perlu dinyatakan.

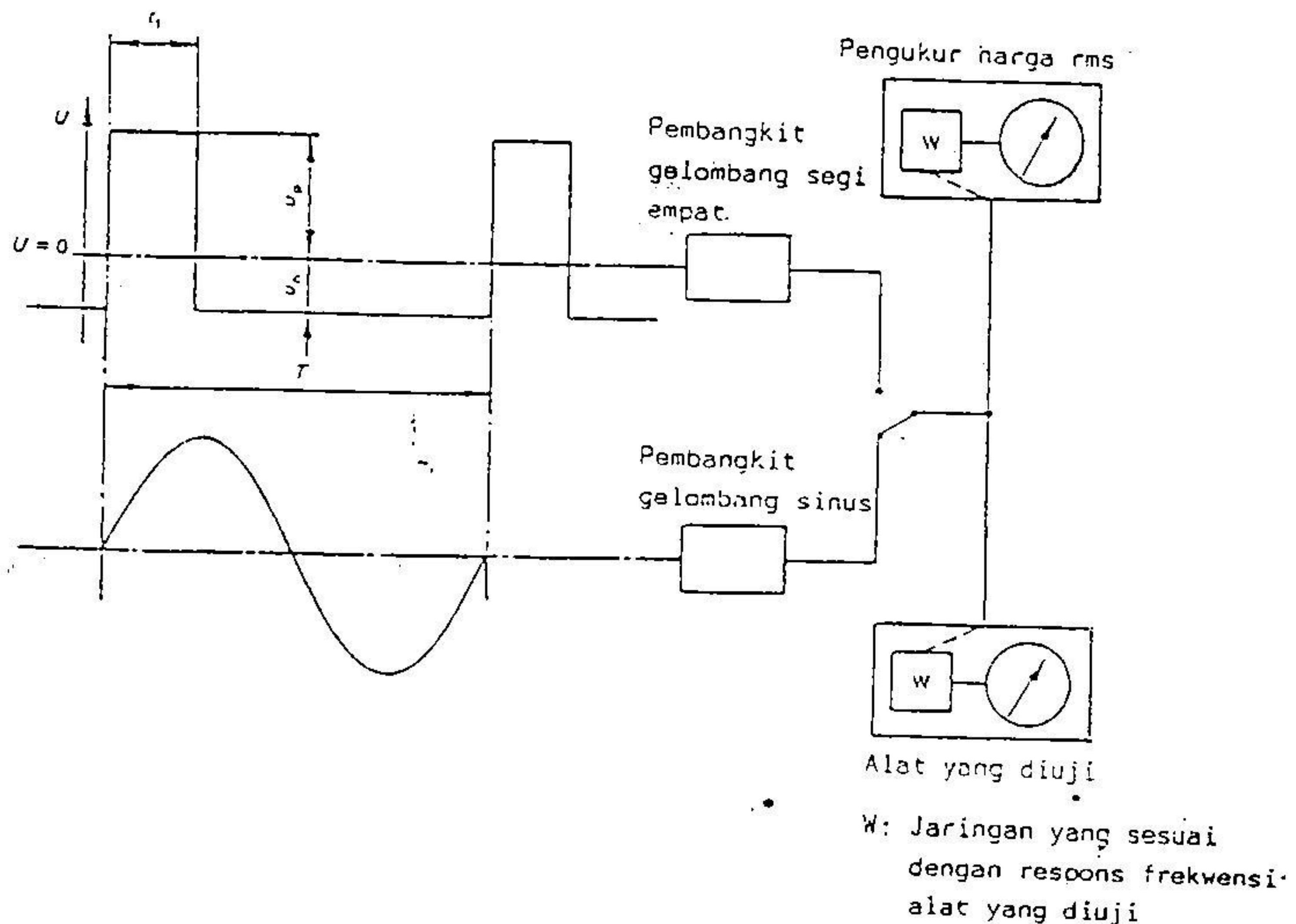
5.5. Kelembaban maksimum yang memungkinkan set indikator dioperasikan dalam batas spesifikasi perlu dinyatakan.Apabila indikator digunakan dalam lingkungan lain yang berbahaya seperti halnya atmosfir yang korosif, maka daya tahan indikator terhadap lingkungan tersebut perlu dinyatakan. Jika set indikator digunakan dalam lingkungan yang eksplosif, maka batas keamanan intrinsiknya perlu dinyatakan.

6. PERSYARATAN DAYA

Persyaratan daya input untuk penangkap getaran dan set indikator perlu dispesifikasikan.

LAMPIRAN

METODA UNTUK PENGUJIAN INDIKATOR TEGANGAN rms

A.1 SIRKUIT PENGUJIAN

Gambar 2 - Sirkuit pengujian indikator tegangan rms

Prosedur berikut ini diberikan sebagai suatu metode yang sesuai untuk pengujian indikator tegangan rms. Harga yang diberikan di bawah ni didasarkan pada definisi berikut mengenai faktor puncak (crest factor) :

$$\text{faktor puncak} = \frac{\hat{U}}{U}$$

di mana :

U = adalah amplitudo yang lebih besar pada gelombang asimetris segi empat yang dibangkitkan pada gambar 2 yaitu U = u_p atau u_n , tergantung nilai yang lebih besar);

U = adalah harga rms gelombang

Harga faktor puncak

berdasarkan definisi,

$$\bar{U} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2\, dt}$$

untuk kasus umum seperti ditunjukkan pada gambar 2, dapat dilihat bahwa

$$\bar{U} = \sqrt{u_n^2 + (u_p^2 - u_n^2)\left(\frac{t_1}{T}\right)}$$

dan bahwa :

$$\text{faktor puncak} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{u_n^2 + (u_p^2 - u_n^2)\left(\frac{t_1}{T}\right)}}$$

Tiga kasus khusus adalah:

A) Gelombang segi empat simetris :

$$\left(u_p = u_n \text{ dan } t_i = \frac{T}{2} \right)$$

faktor puncak = 1

B-1) Gelombang segi empat asimtris :

$$\left(u_p > u_n \text{ dan } t_i = \frac{T}{2} \right)$$

$$\text{faktor puncak} = \sqrt{\frac{2}{1 + \left(\frac{u_n}{u_p} \right)^2}}$$

B-2) Gelombang segi empat asimetris:

$$\left(u_p < u_n \text{ dan } t_i = \frac{T}{2} \right)$$

$$\text{faktor puncak} = \sqrt{\frac{2}{1 + \left(\frac{u_p}{u_n} \right)^2}}$$

C) Gelombang pulsa segi empat : $(u_n = 0 \text{ dan } t_i < T)$ T)

$$\text{faktor puncak} = \sqrt{\frac{T}{t_i}}$$

A.2. Prosedur

A.2.1. Atur pembangkit gelombang segi empat untuk t_i 4 ms. Atur perioda.T untuk ke dua generator menjadi 8 ms.

A.2.2. Atur amplitudo pembangkit gelombang sinus untuk pembacaan pada instrumen pada saat pengujian sehingga mendekati 90% dari nilai skala penuh. Catat bahwa pembacaan pada pengukur rms sebenarnya.

A.2.3. Pasang sakelar sirkuit ke pembangkit gelombang segi empat dan mengatur amplitudo untuk memberikan indikasi yang sama seperti pada A.2.2. pada instrumen pada saat pengujian. Catat pembacaan pada pengukur rms rata-rata.

A.2.4. Ulangi prosedur A.2.3. dengan mengubah-ubah periode T dari 8 sampai 40 ms.

A.2.5. Perbedaan antara pembacaan rms pada butir A.2.2. dan butir A.2.3. tidak akan melebihi 5% dari harga skala penuh sesuai dengan peralatan yang diuji untuk seluruh nilai T yang diberikan pada A.2.4.